

**Family list**

6 family members for:

**JP1315144**

Derived from 3 applications.

- 1 Silicon wafer having excellent getter capability, and method for fabricating it**  
Publication info: **DE3910185 A1** - 1989-10-12  
**DE3910185 C2** - 1998-09-24
- 2 SILICON WAFER OF EXCELLENT GETTERING CAPACITY AND ITS MANUFACTURE**  
Publication info: **JP1315144 A** - 1989-12-20  
**JP2087710C C** - 1996-09-02  
**JP6048686B B** - 1994-06-22
- 3 Silicon wafer excelling in gettering ability and method for production thereof**  
Publication info: **US5189508 A** - 1993-02-23

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

## SILICON WAFER OF EXCELLENT GETTERING CAPACITY AND ITS MANUFACTURE

**Patent number:** JP1315144  
**Publication date:** 1989-12-20  
**Inventor:** TACHIMORI OJI; ISHIZAKA KAZUNORI; ARAKI HIDEO  
**Applicant:** NIPPON STEEL CORP; NITTETSU DENSHI KK  
**Classification:**  
- international: **H01L21/322; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/322**  
- european:  
**Application number:** JP19890079762 19890330  
**Priority number(s):** JP19890079762 19890330; JP19880078370 19880330

**Report a data error here**

### Abstract of **JP1315144**

**PURPOSE:**To enhance a gettering capacity by forming a polycrystalline silicon layer on a single-crystal silicon substrate via a silicon oxide film having a specified thickness. **CONSTITUTION:**This silicon wafer is composed of the following: a single-crystal substrate; a silicon oxide film, with a thickness of 1 to 8Angstrom, formed on one surface of the substrate; a polycrystalline silicon layer formed on the silicon oxide film. In order to form the silicon oxide film on the surface of the singlecrystal silicon substrate, the substrate is heated in a gas containing molecular oxygen or in an atmosphere of steam. A thickness of the polycrystalline silicon layer formed on this silicon oxide film is 1000Angstrom to 5 $\mu$ m; its crystal particle is not amorphous and is 2 $\mu$ m or lower. When the single-crystal substrate is heated under a reduced pressure or under normal pressure in an atmosphere of gaseous silanes diluted by nitrogen gas or the like, the polycrystalline silicon layer of an excellent close contact force can be formed in a uniform thickness. By this setup, it is possible to obtain the silicon wafer whose gettering capacity is excellent.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-315144

⑮ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)12月20日

H 01 L 21/322

P-7738-5F

Q-7738-5F

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑭ 発明の名称 ゲッタリング能力の優れたシリコンウェーハおよびその製造方法

⑰ 特 願 平1-79762

⑱ 出 願 平1(1989)3月30日

優先権主張 ⑲ 昭63(1988)3月30日 ⑳ 日本(JP) ㉑ 特願 昭63-78370

⑳ 発 明 者 日 月 應 治 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵所内

㉑ 発 明 者 石 坂 和 紀 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵所内

㉒ 発 明 者 荒 木 英 夫 山口県光市大字島田3434番地 ニッテツ電子株式会社光工場内

㉓ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉔ 出 願 人 ニッテツ電子株式会社 東京都千代田区大手町2丁目7番1号

㉕ 代 理 人 弁理士 八 田 幹 雄 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

ゲッタリング能力の優れたシリコンウェーハおよびその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 単結晶シリコン基体と、該基体の一方の表面に形成された厚さ1～8 Åの酸化シリコン膜と、該酸化シリコン膜上に形成された多結晶シリコン層とよりなるゲッタリング能力の優れたシリコンウェーハ。

(2) 単結晶シリコン基体の少なくとも一方の表面を酸化して厚さ1～8 Åの酸化シリコン膜を形成させ、かつ該酸化シリコン膜をガス状シラン類と加熱下に接触させて該酸化シリコン膜上に多結晶シリコン層を形成させることを特徴とするゲッタリング能力の優れたシリコンウェーハの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、集積回路等の電子デバイスに使用さ

れるゲッタリング能力の優れたシリコンウェーハおよびその製造方法に関するものである。

(従来技術および発明が解決しようとする課題)

シリコンウェーハ上の集積回路デバイスの製造時に、ウェーハのデバイス形成表面近辺に欠陥、汚染物または不純物が存在するかあるいは導入されると、過度の電流漏れを生じ、これらは得られる使用可能なデバイスの歩留りに大きく影響する。この有害な欠陥、汚染物および不純物は、ある程度まではデバイス形成領域から基質材料中の無害な領域に再配置できることが技術上認識されている。デバイスの形成前および形成中の両方で、活性デバイス領域からこの欠陥、汚染物および不純物を拡散しかつトラップする方法および工程を、エレクトロニクス工業技術の分野においてゲッタリングと称する。

このようなゲッタリング能力を付与するために、例えばシランガスの熱分解によりシリコンウェーハの表面に多結晶のシリコン層を気相成長させる方法は、公知である(特開昭58-138,03

5号、同昭59-186, 331号および同昭52-120, 777号)。

ところで、多結晶シリコン層によるゲッターリングは、単結晶シリコン中の不純物が多結晶シリコンの結晶粒界にトラップされることにより行なわれる。そこで、ゲッターリング能力を高めるためには、単結晶シリコン基体に多結晶シリコン層が密着して形成され、しかも結晶粒界の面積が大きな多結晶シリコン層であることが要求される。この結晶粒界の面積を大きくするためには、個々の結晶粒を小さくし、しかも粒子の大きさを均一化することが望まれる。

しかるに、特開昭52-120, 777号に開示されているシリコンウェーハでは、その実施例1において、シリコンウェーハの裏面の厚さ2,700Åの酸化膜の片側半分をエッチオフして、該シリコンウェーハの裏面121.6ミクロンの多結晶シリコン膜を推積させ、MOSキャパシタのリーク電流の減少によってゲッターリングの効果を評価した結果、酸化膜をエッチオフした側でリ

ーク電流が約2桁減少したことが示されている。この実施例1では、明らかにシリコン基体と多結晶シリコン膜との間に酸化膜が存在しないことがゲッターリング効果を付与させるために必要な条件であることが述べられている。

本発明者らは、前記実施例を、つぎの実験により追試した。すなわち、シリコンウェーハを1%硝酸に浸漬してシリコンウェーハ表面上の酸化膜をエッチオフし、シリコンの単結晶の表面を露出させた。このウェーハを、表面に酸化膜が成長しないように、常温で窒素ガスを20ℓ/分流通させた減圧 Chemical vapor deposition (CVD) 炉に入れ、その後、窒素ガスを0.5ℓ/分流通させながら40Paに減圧して温度を常温から650℃まで昇温させた。温度が650℃に達した時点で、シランガス0.35ℓ/分をキャリアガスである窒素ガス0.5ℓ/分の流れとともに流通させてシリコンウェーハの表面上に多結晶シリコン膜を120分間にわたって推積させた。推積処理の終わったシリコンウェーハの表面を金属顕微

鏡および走査電子顕微鏡で調べたところ、シリコンウェーハ表面上に多結晶シリコン膜が成長しておらず、あるいは成長しても部分的であった。また、部分的に成長したところをよく調べてみると、減圧CVD炉中で発生したパーティクルが付着した部分あるいは硝酸で酸化膜をエッチオフした時に、液中のパーティクルが付着した部分に多結晶シリコン膜が成長していることがわかった。この事実は、つぎのように理解できる。すなわち、表面の酸化膜をエッチオフし、シリコン単結晶の表面を露出したシリコンウェーハの表面では、CVD反応がエピタキシー反応になるため、多結晶シリコン膜は成長せず、パーティクル等のあるところのみそれが成長核となるので、その回りの多結晶シリコン膜が島状に成長するのである。

また、特開昭58-138, 035号に記載の方法では、多結晶シリコン層は、単結晶シリコン基体の裏面に直接形成されるので、前記のごときゲッターリング能力は未だ充分ではない。

さらに、特開昭59-186, 331号の方法

では、単結晶シリコン基の裏面に形成されている多結晶シリコン層が酸素でドーブされているが、この酸素ドーブは、多結晶シリコン層によるゲッターリング効果をむしろ損っているのである。

したがって、本発明の目的は、ゲッターリング能力の優れたシリコンウェーハおよびその製造方法を提供することにある。

(課題を解決するための手段)

上記目的は、単結晶シリコン基体と、該基体の一方の表面に形成された厚さ1~8Åの酸化シリコン膜と、該酸化シリコン膜上に形成された多結晶シリコン層とよりなるゲッターリング能力の優れたシリコンウェーハにより達成される。

上記目的は、単結晶シリコン基体の少なくとも一方の表面を酸化して厚さ1~8Åの酸化シリコン膜を形成させ、かつ該酸化シリコン膜をガス状シラン類と加熱下に接触させて該酸化シリコン膜上に多結晶シリコン層を形成させることを特徴とするゲッターリング能力の優れたシリコンウェーハの製造方法により達成させる。

## (作用)

本発明によるゲッターリング能力の優れたシリコンウェーハは、単結晶基体と、該基体の一方の表面に形成された厚さ1～8 Åの酸化シリコン膜と、該酸化シリコン膜上に形成された多結晶シリコン層とよりなるものである。

本発明で使用する単結晶シリコン基板は、単結晶基板の表面をラッピングし、ついでケミカルエッチング処理をして数十ミクロン以下の表面層をエッチング除去することにより表面研磨されてなるもので表面研磨後の基板の厚さは2.00～2.000ミクロン、好ましくは300～1.000ミクロンである。

この単結晶シリコン基体の表面に形成される酸化シリコン膜の厚さは1～8 Å、好ましくは1～5 Åである。すなわち、1 Å以上の厚みを持つ酸化シリコン膜が単結晶シリコン基体の表面に形成されると、その上に形成される多結晶シリコン層が単結晶シリコン基体の全面にわたって均一にかつ高い密着性で形成される。この酸化シリコン膜

の厚みが1 Å未満であると、その上に形成される多結晶シリコン層が不均一に形成され、しかも密着性が低下し、しかも多結晶シリコン層の結晶粒が大きくなる。他方、酸化シリコン膜の厚みが8 Åを越えると、単結晶シリコン基体中の不純物が多結晶シリコン層中に移動する際に、酸化シリコン膜が障害となってゲッターリング能力を低下させる。この点から、酸化シリコン膜の厚みは1～8 Åが望ましい。

単結晶シリコン基体の表面に酸化シリコン膜を形成するためには、まず、該単結晶シリコン基体の表面に付着している酸化物や汚染物質を希硝酸で除去し、ついで脱イオン水でリンスし、さらに乾燥する。ついで、この単結晶シリコン基体を分子状酸素含有ガスまたは水蒸気雰囲気中で加熱することにより酸化シリコン膜を形成させる。分子状酸素含有ガスとしては、純酸素ガス、酸素ガスと不活性ガスとの混合ガス、空気、酸素リッチ空気等がある。また、単結晶シリコン基板を酸素プラズマ中に置いても酸化シリコン膜は形成され得る。

さらに、単結晶シリコン基体を酸化性薬品中に浸漬するか陽極酸化しても酸化シリコン膜は形成され得る。酸化性薬品としては、例えば硝酸、重クロム酸またはその塩、過マンガン酸またはその塩、過塩素酸またはその塩、過酸化水素水等がある。酸化シリコン膜の膜厚は酸化条件により左右され、例えば空気中で1気圧の圧力で単結晶シリコン基板を加熱して酸化シリコン膜を形成する場合には、酸化物膜の成長速度と単結晶シリコン基板の温度とは、次の関係のようになる。

| 基板温度(℃)         | 300 | 400  | 500  | 600  | 700  |
|-----------------|-----|------|------|------|------|
| 酸化物膜成長速度(Å/min) | 0.1 | 0.14 | 0.22 | 0.33 | 0.48 |

したがって、空気中で酸化膜を形成させるには、300～700℃、好ましくは300～500℃の温度で2～100分、好ましくは2～50分間で加熱される。

なお、本発明における酸化シリコン膜の膜厚の

測定値は、エリブソメータで測定した値である。すなわち、単結晶シリコン基板を酸化処理した直後、すなわち、多結晶シリコン層を形成する前にエリブソメータで測定した。このとき、つぎのように決めたゼロ点をエリブソメータの表示値から差し引いた。単結晶シリコン基板を1%硝酸中に浸漬して基板表面の自然酸化膜を除去したのち、脱イオン水でリンスし、ついでスピン乾燥し、直ちにエリブソメータで測定した時に得られる値をゼロ点とした。なお、酸化物膜の屈折率は1.460とした。

この酸化シリコン膜の上には、多結晶シリコン層が形成される。該多結晶シリコン層の厚みは1.000 Å～5 μm、好ましくは5.000 Å～1.5 μmであり、その結晶粒はアモルファスではなく、2ミクロン以下、好ましくは0.05～0.5ミクロンである。

酸化シリコン膜の上に多結晶シリコン層を形成させるには、窒素ガス、アルゴンガス等によって希釈したガス状シラン類の雰囲気中で前記単結晶



基板を570～800℃、好ましくは580～700℃の温度で0.1～7時間、好ましくは0.3～2時間減圧下または常圧下で加熱することにより行なわれる。このような方法としては、例えば減圧CVD法がある。本発明で使用するシラン類としては、モノシラン( $\text{SiH}_4$ )、ジクロロシラン( $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ )、モノクロロシラン( $\text{SiH}_3\text{Cl}$ )等がある。

本発明によるシリコンウェーハは、単結晶シリコン基体の表面に、特定の厚みを有する酸化シリコン膜が形成されているので、多結晶シリコン層が優れた密着力で均一な厚みに形成される。しかも、酸化シリコン膜は多結晶シリコン層の成長のために必要な成長核を無数に与えるので、酸化シリコン膜なしの場合には、汚れなどを核として島状に多結晶シリコン層が成長するので一概に成長速度が規定できず、島状に成長した部分では数十Å/分の成長速度で、また成長していない場合ではほとんどゼロ(測定できない)であるのに対し、酸化シリコン膜がある場合には150Å/分と多

結晶シリコン層の成長速度が向上する。また、酸化シリコン膜がない場合には、島状に成長した部分で多結晶シリコンの結晶粒径が3～10ミクロンであるのに対して、本発明においては結晶粒径が約0.1～0.4ミクロン(断面TEM観察の結果)と小さくかつ均一である。また、単結晶シリコン基体の表面に僅かな汚染があっても、多結晶シリコン膜が形成された後に汚れ模様は生じない。

また、本発明によるシリコンウェーハを使用すると、例えばIC製造工程の最初に行なわれる900℃以上の熱処理によって、酸化シリコン膜は島状に凝縮して消滅し、単結晶基体と多結晶シリコン膜とが直接接するようになる。

本発明において、ゲッタリング能力の測定は、つぎのようにして行なった。

単結晶シリコン基体の一つの表面に酸化シリコン膜および該膜上に多結晶シリコン層が形成されており、他方の面が鏡面に研磨されているシリコンウェーハにおいて、該鏡面を1,000℃に加

#### (実施例)

つぎに、実施例を挙げて本発明をさらに詳細に説明する。

#### 実施例1～4

厚さ600ミクロンの単結晶シリコン基板を1%硝酸に浸漬して表面に付着していた自然酸化物膜を除去、ついで、脱イオン水でリンスし、さらにスピンドライヤーで乾燥した。乾燥終了後の単結晶基板を直ちに400℃の空気雰囲気中の電気炉中に7分、22分、36分および43分間置いてそれぞれ1Å、3Å、5Åおよび6Åの酸化シリコン膜を形成させた。ついで、減圧CVD法により、シリコン( $\text{SiH}_4$ )ガスを窒素ガスをキャリアーとして650℃で熱分解させて、酸化シリコン膜の上に多結晶シリコン層を約1ミクロン堆積させた。

このように、多結晶シリコン層を堆積したウェーハは両面に多結晶シリコン層および酸化シリコン膜が堆積しているので、その一面を研磨して多結晶シリコン層とその下の酸化シリコン膜を除去

熱されている純酸素ガス中で酸化して約300Åの酸化物膜を形成し、ついで該酸化物膜上に直径1mm、厚さ5,000Åの円盤状のアルミニウムの電極を蒸着により形成する。このようにして基板上に形成されたMOSキャパシターの小数キャリアーの生成ライフタイムを測定することによりゲッタリング能力が評価される。小数キャリアーの生成ライフタイムの測定については、E.H.Nicollian and J.R.Brewers著 MOS Physics and Technology(John Wiley & Sons)を参照されたし。シリコン基板が金属不純物で汚染されると、小数キャリアーの生成ライフタイムは短くなる。金属不純物がゲッタリングされると、ライフタイムは回復して長くなる。通常MOSキャパシターを製作する酸化工程で周辺雰囲気から自然に極微量の金属不純物が導入されるのを防ぐことはできない。したがって、ゲッタリング能力に差のある複数個のシリコン基板を同時に処理すれば、必ずと小数キャリアーの生成ライフタイムに差が出るのでゲッタリング能力が相対的に比較できる。

して単結晶シリコン基板を露出させ、さらにこれを鏡面に仕上げた。このようにして製作したシリコンウェーハの鏡面側に、前記のごときMOSキャパシターを形成させて、小数キャリアのライフタイムの値によってゲッタリング能力の評価を行なった。その結果を第1表に示す。

なお、これらのシリコンウェーハについて、金属顕微鏡および走査電子顕微鏡および透過電子顕微鏡を用いて観察したところ、多結晶シリコン層の成長速度は150 Å/分、結晶粒径は0.1～0.4ミクロンであった。さらに、このシリコンウェーハを暗室で集光灯で暗視野にして散乱光で見たと、白模様は全くみられなかった。

#### 比較例1

実施例1～4の方法において、単結晶シリコン基板の表面に酸化シリコン膜を形成しない以外は、実施例1と同様の方法を行なってシリコンウェーハを得た。この単結晶シリコン基板の表面に多結晶シリコン層を形成してなるシリコンウェーハについて、実施例1～4と同様な方法によりゲッタ

リング能力の評価を行なった。その結果を第1表に示す。

なお、これらのシリコンウェーハについて、金属顕微鏡および走査電子顕微鏡および透過電子顕微鏡を用いたところ、島状に成長した部分で数十Å分の成長速度で多結晶シリコン層が成長していたが、成長していない部分ではほとんどゼロであり、汚れ等を核として多結晶シリコン層が成長するので、一概には成長速度が規定できなかった。また、結晶粒径は、島状に成長した部分では3～10ミクロンであった。さらに、このシリコンウェーハを暗室で集光灯で暗視野にして散乱光で見たと、星状、島状あるいは液体が流れたような白い模様が見えた。星状のものは減圧CVD炉内で発生したパーティクルを成長核として、その周りに多結晶シリコン層が成長したものであり、島状のものは星状のものが集ったものあるいはシリコンウェーハとポート（ウェーハを載置する石英治具）との接点から成長した多結晶シリコン層等であり、流体が流れたような模様はウェーハ

表面の酸化物膜をエッチオフしたのち、脱イオン水でリンスしてリンス槽から引き上げた時にウェーハ表面に残されたパーティクルを成長核として成長した多結晶シリコン層である。減圧CVD炉に100枚チャージして95枚にはなんらかの白模様が見られた。白模様が見られなかったウェーハには多結晶シリコン層が堆積されていなかった。

#### 比較例2

実施例1～4の方法において、酸化シリコン膜の膜厚を10 Åにした以外は実施例1と同様の方法を行なってシリコンウェーハを得、さらに同様の方法でゲッタリング能力の評価を行なった。その結果を第1表に示す。

第1表

| 番 号  | 酸化シリコン膜 | ゲッタリング能力<br>(ms) |
|------|---------|------------------|
|      | 厚み (Å)  |                  |
| 比較例1 | 0       | 1.0～1.4          |
| 実施例1 | 1       | 3.0～8.5          |
| 実施例2 | 3       | 3.3～6.7          |
| 実施例3 | 5       | 2.6～5.2          |
| 実施例4 | 6       | 1.8～3.7          |
| 比較例2 | 10      | 1.2～1.6          |

第1表から明らかなように、本発明によるシリコンウェーハ（実施例1～4）は、従来のもの（比較例1）と比較して小数のキャリアの発生寿命が長く、ゲッタリング能力が著しく優れていることがわかる。また、酸化シリコン膜を設けていない比較例1のウェーハにおいては、単結晶シリコン基体上に多結晶シリコンの結晶粒が成長する部位と成長しない部位とができ、かつ結晶粒径は平均3ミクロン以上であり、中には10ミクロン以上のものも生成している。これに対して、酸化

シリコン膜の厚みが1 Å以上である実施例1～4のウェーハの場合には、単結晶シリコン基体の全面にわたって多結晶シリコンの結晶粒が成長し、その結晶粒径は0.1～0.4ミクロンの均一なものである。

参考例

実施例3で得られた5 Åの膜厚の酸化シリコン膜および1ミクロンの層厚の多結晶シリコン層を有するシリコンウェーハのを900℃の水蒸気雰囲気中で2時間の条件で酸化したのち、透過電子顕微鏡で断面を観察するとともに組成分析を行なったところ、単結晶シリコン基体と多結晶シリコン層との界面には連続的な酸化物膜は見られず、米粒のように島状に点在する酸化物が見られた。そして、界面の大部分において単結晶シリコン基体と多結晶シリコン層が密着し、多結晶シリコン層の一部は固相エピタキシャル成長していた。

例えば、ICの製造工程ではウェルを形成したり、あるいは素子領域を厚い酸化膜で絶縁分離するために窒化膜をマスクとして使用するが、通常、

この窒化膜の下に酸化膜を形成する。この酸化膜をパッド酸化膜というが、IC製造工程では、最初のウェーハの洗浄工程の直後に、このパッド酸化膜を形成する工程がくることが多い。パッド酸化の代表的な例は、例えば1,000℃のドライ酸素雰囲気中で1時間、あるいは900℃の水蒸気雰囲気中で2時間である。これらの条件によっておよそ500 Å厚のパッド酸化膜が形成される。参考例から明らかなように、本発明によるシリコンウェーハにおいてはこのようなパッド酸化膜は形成する工程を経過することによって単結晶シリコン基体と多結晶シリコン層との間の1～8 Åの酸化膜が消滅し、単結晶シリコン基体と多結晶シリコン層とが密着する。

(発明の効果)

本発明によれば、特定された厚みを持つ酸化シリコン膜を介して単結晶シリコン基体上に多結晶シリコン層を形成してなるものであるから、多結晶シリコン層の密着性および均一性が優れたものとなっており、しかも、多結晶シリコン層の結晶

粒の大きさが均一なため、従来の単に多結晶シリコン層を形成したものに比較して結晶粒界の面積が大きく、ゲッタリング能力が優れている。したがって、高密度集積回路のデバイスとしての歩留りが高い材料として使用され得る。

特許出願人 新日本製鐵株式会社 (他1名)

代理人 弁理士 八 田 幹 雄 (他1名)